

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN 4 LANTAI  
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB)  
DI WILAYAH WONOGIRI**

**Tugas Akhir**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai  
derajat Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil



Diajukan oleh:  
**DANI SAPTO AJI**  
**NIM: D 100 120 085**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2016**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN 4 LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB) DI WILAYAH WONOGIRI

#### Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada tanggal 4 Agustus 2016

oleh :

**DANI SAPTO AJI**  
**NIM: D100 120 085**

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Ir. Ali Asroni, M.T.  
NIK: 484

Pembimbing Pendamping



Muhammad Ujianto, S.T., M.T.  
NIK: 728

Anggota,



Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK : 792

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan

Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil

Surakarta, 4 Agustus 2016

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.  
NIK: 682

Ketua Prodi Teknik Sipil



Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK: 792

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dani Sapto Aji  
NIM : D100 120 085  
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil  
Judul : Perencanaan Struktur Gedung Rumah Susun 4  
Lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen  
Biasa (SRPMB) Di Wonogiri

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 4 Agustus 2016

Yang menyatakan,



(Dani Sapto Aji)

## MOTTO

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan) kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.*

*(Q.S. Al-Insyirah: 6-7)*

*Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.*

*(Q.S. Ar-Ra'd: 11)*

*Tidak peduli seberapa banyak kamu terjatuh, yang penting adalah seberapa cepat kamu bangkit.*

*(Anonim)*

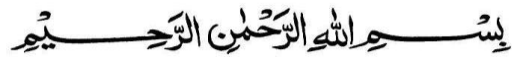
*Seorang pemenang takkan pernah berhenti untuk berusaha dan orang yang berhenti untuk berusaha takkan menjadi pemenang.*

*(Anonim)*

## PERSEMBAHAN

- *Untuk keluargaku tercinta, Bapak, Ibu dan Adik-adikku. Terima kasih atas segala doa, bimbingan, pelajaran-pelajaran yang berharga, serta kasih sayang yang telah dilimpahkan kepada saya dan telah memberikan semangat sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini.*
- *Keluarga kecilku tercinta Atika Rohmawati dan Zakaria Danial Ilyasa, terima kasih atas doa dan dukungannya.*
- *Teman-teman Teknik Sipil khususnya angkatan 2012, Bang Mahfud, Bang Aziz, Pendi, Hakiki, Azhar, Jarwo, Dias, Dadit, Damar, Danar dan sebagainya. Terima kasih atas bantuan dan kerja samanya, serta telah menjadi teman yang baik selama menempuh studi.*

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN 4 LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB) DI WILAYAH WONOGIRI”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bersama dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Ir. Ali Asroni, M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberi dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Muhammad Ujianto, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D., selaku Anggota Dewan Penguji, yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan yang juga sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 6). Bapak Ir. Ali Asroni, M.T., selaku Pembimbing Akademik.
- 7). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.

- 8). Bapak, ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dorongan baik material maupun spiritual.
- 9). Teman-teman teknik sipil angkatan 2012 seperjuangan.
- 10). Semua pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Amin*.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Agustus 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xxii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xxvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Perencanaan.....	2
D. Manfaat Perencanaan.....	2
E. Batasan Masalah .....	3
F. Keaslian Tugas Akhir .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
A. Sistem Rangka Pemikul Momen .....	5
B. Pembebanan Struktur.....	6
1. Kekuatan komponen struktur.....	6
2. Kekuatan perlu .....	7
3. Faktor reduksi kekuatan.....	7
C. Beban Gempa. ....	8
1. Beban geser dasar statis ekuivalen akibat gempa .....	9
2. Beban gempa pada lantai .....	9



3. Periode fundamental gedung .....	9
4. Pembuatan respons spektrum gempa.....	10
5. Faktor penentu beban gempa .....	15
<b>BAB III. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>19</b>
A. Perencanaan Struktur Atap Rangka Baja .....	19
1. Perencanaan gording.....	19
2. Perencanaan kuda-kuda .....	20
2a). Batang tekan .....	21
2b). Batang tarik .....	21
3. Perencanaan sambungan .....	22
B. Perencanaan Struktur Pelat Lantai dan Tangga.....	24
1. Perencanaan pelat lantai .....	24
1a). Pertimbangan dalam perhitungan tulangan.....	24
1b). Perhitungan tulangan pelat .....	27
1c). Pelat dengan satu tumpuan .....	28
1d). Pelat dengan dua tumpuan .....	28
1e). Pelat dengan empat tumpuan sejajar .....	29
2. Perencanaan tangga beton bertulang .....	30
2a). Sudut kemiringan tangga.....	31
2b). Lebar tangga.....	31
2c). Pertimbangan dalam perencanaan tangga .....	31
C. Perencanaan Balok. ....	32
1. Penempatan tulangan .....	32
1a). Jarak tulangan pada balok .....	32
1b). Jumlah tulangan maksimum dalam 1 baris .....	33
2. Perhitungan tulangan longitudinal .....	34
3. Perhitungan momen desain balok.....	37
4. Panjang penyaluran batang tulangan .....	39
4a). Panjang penyaluran tulangan tarik.....	39
4b). Panjang penyaluran tulangan tekan.....	41
4c). Angkur (kait) tulangan.....	41

5. Perhitungan tulangan geser.....	43
6. Perencanaan tulangan torsi .....	47
D. Perencanaan Kolom.....	50
1. Menentukan jenis kolom.....	50
2. Perhitungan tulangan longitudinal .....	52
2a). Membuat diagram desain kolom .....	52
2b). Perencanaan tulangan memanjang untuk kolom pendek .....	53
2c). Perencanaan tulangan memanjang untuk kolom panjang .....	54
3. Perhitungan tulangan geser.....	59
E. Perencanaan Fondasi. ....	63
Perencanaan fondasi telapak menerus .....	63
<b>BAB IV. METODE PERENCANAAN .....</b>	<b>68</b>
A. Data Perencanaan. ....	68
B. Alat Bantu Perencanaan. ....	69
C. Tahapan Perencanaan. ....	70
<b>BAB V. PERENCANAAN STRUKTUR ATAP RANGKA BAJA..</b>	<b>72</b>
A. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda.....	73
B. Perencanaan Gording.....	74
1. Data-data perencanaan.....	74
2. Analisis pembebanan .....	74
3. Kontrol kekuatan dan keamanan gording .....	77
C. Perencanaan Kuda-kuda Baja.....	78
1. Data-data perencanaan.....	78
2. Analisis pembebanan .....	78
3. Analisa mekanika.....	83
D. Perencanaan Profil dan Dimensi Batang Kuda-kuda .....	86
1. Perencanaan batang $b_1$ s/d $b_8$ .....	86
2. Perencanaan batang $v_1, v_2, v_3, v_5, v_6$ , dan $v_7$ .....	87
3. Perencanaan batang $v_4$ .....	88
4. Perencanaan batang $a_1$ s/d $a_8$ .....	89

5. Perencanaan batang $d_1$ s/d $d_8$ .....	92
E. Perencanaan Sambungan .....	95
F. Perencanaan Pelat Buhul .....	98
1. Buhul A.....	98
2. Buhul B .....	100
3. Buhul C.....	101
4. Buhul D.....	102
5. Buhul E .....	104
6. Buhul F .....	105
G. Perencanaan Pelat Kopel .....	106
1. Batang a .....	106
2. Batang d .....	108
<b>BAB VI. PERENCANAAN PELAT, TANGGA DAN BALOK</b>	
<b>ANAK</b> .....	111
A. Perencanaan Pelat Atap .....	111
1. Analisis beban.....	111
2. Perhitungan momen pelat atap.....	113
3. Perhitungan tulangan pelat atap.....	114
3a). <i>Penulangan pada arah bentang <math>l_x</math></i> .....	114
3b). <i>Penulangan pada arah bentang <math>l_y</math></i> .....	116
B. Perencanaan Pelat Lantai.....	119
1. Analisis beban.....	120
2. Perhitungan momen pelat lantai .....	121
3. Perhitungan tulangan pelat lantai.....	122
3a). <i>Penulangan pada arah bentang <math>l_x</math></i> .....	122
3b). <i>Penulangan pada arah bentang <math>l_y</math></i> .....	124
C. Perencanaan Tangga Lantai 1.....	127
1. Menentukan ukuran anak tangga .....	128
2. Analisis beban.....	128
3. Perhitungan momen tangga .....	129
4. Perhitungan tulangan tangga.....	130

2a). <i>Penulangan pada bordes</i> .....	130
2b). <i>Penulangan badan tangga</i> .....	131
D. Perencanaan Tangga Lantai 2 dan 3 .....	135
1. Menentukan ukuran anak tangga .....	136
2. Analisis beban .....	136
3. Perhitungan momen tangga .....	137
4. Perhitungan tulangan tangga .....	138
E. Perencanaan Balok Anak .....	139
1. Analisis beban .....	140
2. Perhitungan tulangan longitudinal .....	141
2a). <i>Hitungan tulangan</i> .....	141
2b). <i>Kontrol momen desain</i> .....	142
3. Perhitungan tulangan geser .....	145
<b>BAB VII. PENENTUAN DIMENSI PORTAL</b> .....	149
A. Data Perencanaan .....	150
B. Analisis Beban Mati .....	151
1. Menetapkan material .....	151
2. Menetapkan penampang komponen struktur .....	152
3. Perhitungan beban mati tambahan pada struktur .....	157
C. Analisis Beban Hidup .....	158
D. Analisis Beban Gempa .....	158
1. Data-data perencanaan beban gempa .....	158
2. Kontrol eksentrisitas gedung .....	159
2a). <i>Pusat kekakuan</i> .....	159
2b). <i>Pusat massa bangunan</i> .....	161
2c). <i>Kontrol momen puntir</i> .....	163
3. Perhitungan beban gempa .....	163
3a). <i>Berat total bangunan</i> .....	163
3b). <i>Perhitungan beban</i> .....	166
E. Kombinasi Pembebanan .....	167
F. Validasi Perhitungan Beban .....	203

G. Kecukupan Dimensi Balok.....	204
1. Torsi balok .....	204
2. Kontrol kecukupan dimensi .....	205
2a). <i>Kontrol terhadap tulangan lentur</i> .....	205
2b). <i>Kontrol terhadap torsi</i> .....	206
2c). <i>Penetapan dimensi balok</i> .....	206
H. Kecukupan Dimensi Kolom .....	206
1. Diagram desain kolom .....	206
2. Kontrol kecukupan dimensi .....	210
2a). <i>Kontrol terhadap tulangan lentur</i> .....	210
2b). <i>Penetapan dimensi kolom</i> .....	214
<b>BAB VIII. PERENCANAAN PORTAL</b> .....	215
A. Data Dimensi Balok dan Kolom.....	215
B. Analisis Beban Mati .....	215
C. Analisis Beban Hidup.....	217
D. Analisis Beban Gempa .....	217
1. Kontrol eksentrisitas gedung .....	218
2. Perhitungan beban gempa.....	218
2a). <i>Berat total bangunan</i> .....	218
2b). <i>Perhitungan beban</i> .....	222
E. Kombinasi Pembebanan .....	223
F. Perencanaan Balok .....	258
1. Tulangan longitudinal .....	258
1a). <i>Hitungan tulangan</i> .....	258
1b). <i>Kontrol momen desain</i> .....	260
1c). <i>Pemutusan tulangan</i> .....	262
2. Tulangan geser .....	264
3. Tulangan torsi .....	267
G. Perencanaan Kolom.....	289
1. Tulangan longitudinal .....	289
1a). <i>Penentuan kolom panjang dan kolom pendek</i> .....	289

1b). Penentuan faktor pembesaran momen $\delta_s$ .....	292
1c). Hitungan tulangan.....	307
2. Tulangan geser.....	326
<b>BAB IX. PERENCANAAN FONDASI.....</b>	<b>330</b>
A. Fondasi Telapak Menerus.....	330
1. Penentuan ukuran fondasi.....	330
2. Kontrol tegangan geser 1 arah .....	332
3. Kontrol tegangan geser 2 arah (geser pons) .....	333
4. Penulangan fondasi.....	334
5. Kontrol kuat dukung fondasi .....	335
B. Perencanaan <i>Sloof</i> .....	337
1. Analisis beban.....	337
2. Perhitungan momen balok <i>sloof</i> .....	338
3. Perhitungan tulangan longitudinal .....	342
3a). Hitungan tulangan.....	342
3b). Kontrol momen desain.....	344
4. Perhitungan tulangan geser.....	347
<b>BAB X. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>356</b>
A. Kesimpulan.....	356
B. Saran.....	358

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1. Koefisien batas atas untuk periode yang dihitung $C_u$ .....	10
Tabel II.2. Klasifikasi situs .....	12
Tabel II.3. Koefisien situs $F_a$ .....	13
Tabel II.4. Koefisien situs $F_v$ .....	13
Tabel II.5. Faktor keutamaan bangunan $I_e$ untuk berbagai gedung dan non gedung .....	16
Tabel II.6. Faktor reduksi beban hidup untuk beban gempa.....	18
Tabel III.1. Berat penutup atap per $m^2$ .....	19
Tabel III.2. Tinggi (h) minimum balok non prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung .....	25
Tabel III.3. Tebal minimum pelat tanpa balok interior .....	26
Tabel III.4. Besar momen dan panjang daerah tumpuan.....	28
Tabel III.5. Persamaan untuk panjang penyaluran tulangan tarik.....	40
Tabel V.1. Panjang batang kuda-kuda baja.....	73
Tabel V.2. Momen kombinasi perencanaan gording .....	76
Tabel V.3. Beban mati pada kuda-kuda baja .....	80
Tabel V.4. Hasil perhitungan gaya batang kuda-kuda baja .....	83
Tabel V.5. Hasil perhitungan validasi gaya batang kuda-kuda baja.....	84
Tabel V.6. Kombinasi gaya batang kuda-kuda baja .....	85
Tabel V.7. Perencanaan dimensi batang kuda-kuda baja.....	95
Tabel V.8. Hasil Hitungan kebutuhan sambungan las .....	97
Tabel VI.1. Perhitungan momen perlu pelat atap.....	114
Tabel VI.2. Tulangan pelat atap .....	119
Tabel VI.3. Perhitungan momen perlu pelat lantai.....	122
Tabel VI.4. Tulangan pelat lantai .....	127
Tabel VI.5. Momen perlu pada tangga lantai 1 .....	129
Tabel VI.6. Tulangan struktur tangga lantai 1 .....	135
Tabel VI.7. Momen perlu pada tangga lantai 2 dan 3 .....	137
Tabel VI.8. Tulangan struktur tangga lantai 2 dan 3 .....	138
Tabel VI.9. Hasil hitungan tulangan longitudinal pada balok anak .....	146

Tabel VI.10.	Hasil hitungan tulangan geser (begel) pada balok anak.....	147
Tabel VII.1.	Pusat massa lantai atap.....	162
Tabel VII.2.	Pusat massa lantai 2, 3, dan 4.....	163
Tabel VII.3.	Beban horisontal akibat gempa pada tiap lantai.....	167
Tabel VII.4.	Hasil hitungan momen perlu pada balok sejajar sumbu x....	169
Tabel VII.5.	Hasil hitungan momen perlu pada balok sejajar sumbu y....	173
Tabel VII.6.	Hasil hitungan momen perlu arah sumbu x pada kolom.....	177
Tabel VII.7.	Hasil hitungan momen perlu arah sumbu y pada kolom.....	180
Tabel VII.8.	Hasil hitungan gaya geser perlu pada balok sejajar sumbu x .....	183
Tabel VII.9.	Hasil hitungan gaya geser perlu pada balok sejajar sumbu y .....	187
Tabel VII.10.	Hasil hitungan gaya geser perlu arah sumbu x pada kolom .....	191
Tabel VII.11.	Hasil hitungan gaya geser perlu arah sumbu y pada kolom .....	194
Tabel VII.12.	Hasil hitungan gaya aksial perlu arah sumbu x pada kolom .....	197
Tabel VII.13.	Hasil hitungan gaya aksial perlu arah sumbu y pada kolom .....	200
Tabel VII.14.	Nilai Q dan R dengan $\rho$ sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% untuk perancangan kolom dengan $f'_c = 20$ MPa dan $f_y = 350$ MPa .....	210
Tabel VIII.1.	Beban horisontal akibat gempa pada tiap lantai.....	222
Tabel VIII.2.	Beban horisontal akibat gempa pada tiap lantai.....	223
Tabel VIII.3.	Hasil hitungan momen perlu pada balok sejajar sumbu x....	224
Tabel VIII.4.	Hasil hitungan momen perlu pada balok sejajar sumbu y....	228
Tabel VIII.5.	Hasil hitungan momen perlu arah sumbu x pada kolom.....	232
Tabel VIII.6.	Hasil hitungan momen perlu arah sumbu y pada kolom.....	235
Tabel VIII.7.	Hasil hitungan gaya geser perlu pada balok sejajar sumbu x .....	238
Tabel VIII.8.	Hasil hitungan gaya geser perlu pada balok sejajar sumbu y .....	242



Tabel VIII.9.	Hasil hitungan gaya geser perlu arah sumbu x pada kolom .....	246
Tabel VIII.10.	Hasil hitungan gaya geser perlu arah sumbu y pada kolom .....	249
Tabel VIII.11.	Hasil hitungan gaya aksial perlu arah sumbu x pada kolom .....	252
Tabel VIII.12.	Hasil hitungan gaya aksial perlu arah sumbu y pada kolom .....	255
Tabel VIII.13.	Hasil hitungan tulangan longitudinal pada balok sejajar sumbu x .....	271
Tabel VIII.14.	Hasil hitungan tulangan longitudinal pada balok sejajar sumbu y .....	275
Tabel VIII.15.	Hasil hitungan tulangan geser (begel) pada balok sejajar sumbu x.....	280
Tabel VIII.16.	Hasil hitungan tulangan geser (begel) pada balok sejajar sumbu y.....	284
Tabel VIII.17.	Penentuan jenis kolom .....	291
Tabel VIII.18a.	Faktor pembesaran momen kolom $\delta_s$ dengan kuat perlu $U = 1,4.D$ .....	295
Tabel VIII.18b.	Faktor pembesaran momen kolom $\delta_s$ dengan kuat perlu $U = 1,2.D + 1,6.L$ .....	297
Tabel VIII.18c.	Faktor pembesaran momen kolom $\delta_s$ dengan kuat perlu $U = 1,2.D + L + Ex^{(+)}$ .....	299
Tabel VIII.18d.	Faktor pembesaran momen kolom $\delta_s$ dengan kuat perlu $U = 1,2.D + L + Ey^{(+)}$ .....	301
Tabel VIII.18e.	Faktor pembesaran momen kolom $\delta_s$ dengan kuat perlu $U = 0,9.D + Ex^{(+)}$ .....	303
Tabel VIII.18f.	Faktor pembesaran momen kolom $\delta_s$ dengan kuat perlu $U = 0,9.D + Ey^{(+)}$ .....	305
Tabel VIII.19.	Hasil hitungan tulangan longitudinal pada kolom .....	312
Tabel VIII.20.	Hasil hitungan tulangan geser kolom.....	327
Tabel IX.1.	Perhitungan fondasi.....	336
Tabel IX.2.	Momen dan gaya geser <i>sloof</i> .....	338
Tabel IX.3.	Hasil hitungan tulangan longitudinal pada <i>sloof</i> .....	351
Tabel IX.4.	Hasil hitungan tulangan geser (begel) pada <i>sloof</i> .....	353

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. Peta respons spektrum percepatan gempa dengan periode 0,2 detik, terendam 5%, tanah batuan SB, dan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun .....	11
Gambar II.2. Peta respons spektrum percepatan gempa dengan periode 1,0 detik, terendam 5%, tanah batuan SB, dan probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun .....	11
Gambar II.3. Respons spektrum desain.....	14
Gambar II.4. Respons spektrum beban gempa.....	15
Gambar II.5. Denah dan portal gedung.....	18
Gambar III.1. Skema perencanaan gording .....	20
Gambar III.2. Skema perencanaan kuda-kuda.....	22
Gambar III.3. Skema perencanaan sambungan las.....	23
Gambar III.4. Penentuan panjang bentang pelat (L). .....	24
Gambar III.5. Diagram momen untuk pelat dengan dua tumpuan .....	28
Gambar III.6. Daerah lapangan dan tumpuan pada pelat empat tumpuan .....	29
Gambar III.7. Skema perhitungan tulangan pelat.....	30
Gambar III.8. Ukuran anak tangga (T dan I).....	32
Gambar III.9. Aturan pemasangan tulangan balok.....	32
Gambar III.10. Penampang dan notasi balok .....	33
Gambar III.11. Skema perhitungan tulangan memanjang balok .....	36
Gambar III.12. Skema perhitungan momen desain balok (tulangan tunggal) .....	38
Gambar III.13. Skema perhitungan momen desain balok (tulangan rangkap) .....	38
Gambar III.14. Panjang penyaluran batang tulangan ( $I_d$ ).....	39
Gambar III.15. Kait tulangan standar .....	42
Gambar III.16. Lokasi gaya geser maksimum ( $V_{ud}$ ) untuk perencanaan .....	44
Gambar III.17. Skema perhitungan tulangan geser (begel) balok.....	46
Gambar III.18. Contoh $A_{cp}$ dan $p_{cp}$ .....	47

Gambar III.19.	Definisi $A_{0h}$ dan $p_h$ .....	48
Gambar III.20.	Diagram desain kolom dan cara menentukan nilai $p_t$ .....	53
Gambar III.21.	Skema perhitungan tulangan memanjang kolom.....	58
Gambar III.22.	Bentuk begel kolom.....	59
Gambar III.23.	Skema perhitungan tulangan geser (begel) kolom.....	62
Gambar III.24.	Skema hitungan fondasi telapak menerus.....	67
Gambar IV.1.	Bentuk portal .....	68
Gambar IV.2.	Denah bangunan. ....	69
Gambar IV.3.	Tahapan perencanaan tugas akhir. ....	71
Gambar V.1.	Denah rencana atap.....	72
Gambar V.2.	Rencana kuda-kuda utama.....	72
Gambar VI.1.	Denah pelat atap .....	111
Gambar VI.2.	Denah pelat lantai .....	120
Gambar VI.3.	Bentuk tangga lantai 1 .....	128
Gambar VI.4.	BMD tangga lantai 1.....	130
Gambar VI.5.	Bentuk tangga lantai 2 dan 3 .....	136
Gambar VI.6.	BMD tangga lantai 2 dan 3.....	138
Gambar VI.7.	Denah balok anak .....	139
Gambar VI.8.	Pembebanan pada balok anak BA3 .....	140
Gambar VI.9.	Penulangan pada balok anak BA3 .....	148
Gambar VII.1.	Denah portal pada program SAP2000 .....	149
Gambar VII.2.	Portal 3D pada program SAP2000 .....	150
Gambar VII.3.	Input pembebanan beban mati ( <i>Dead Load</i> ) .....	151
Gambar VII.4.	Spesifikasi material beton pada program SAP2000 .....	152
Gambar VII.5.	Kotak dialog <i>Rectangular Section</i> (balok utama).....	153
Gambar VII.6.	Kotak dialog <i>Reinforcement Data</i> (balok utama).....	153
Gambar VII.7.	Kotak dialog <i>Rectangular Section</i> (kolom) .....	154
Gambar VII.8.	Kotak dialog <i>Reinforcement Data</i> (kolom) .....	155
Gambar VII.9.	Input data penampang pelat .....	156
Gambar VII.10.	Denah pusat massa lantai atap .....	161
Gambar VII.11.	Denah pusat massa lantai 2, 3, dan 4.....	162

Gambar VII.12.	Diagram desain kolom dengan mutu bahan $f'_c = 20$ MPa dan $f_y = 350$ MPa.....	210
Gambar VII.13.	Tulangan longitudinal pada Kolom K1-6 .....	214
Gambar VIII.1.	Selimit momen Balok B1X-1 .....	264
Gambar VIII.2.	Gaya geser pada Balok B1X-1 .....	265
Gambar VIII.3.	Penulangan pada Balok B1X-1 .....	270
Gambar VIII.3.	Penampang Kolom K1-1 .....	329
Gambar IX.1.	Bentuk penampang dan potongan fondasi telapak menerus.....	330
Gambar IX.2.	Penulangan fondasi pada Portal 1 .....	336
Gambar IX.3.	Denah <i>sloof</i> .....	337
Gambar IX.4.	Beban pada <i>sloof</i> .....	338
Gambar IX.5.	Diagram bidang momen <i>sloof</i> Portal 1 (BMD) .....	342
Gambar IX.6.	Diagram gaya geser <i>sloof</i> Portal 1 (SFD) .....	342
Gambar IX.7.	Gaya geser pada <i>Sloof</i> SL21 .....	347
Gambar IX.8.	Penulangan <i>Sloof</i> SL21 .....	350

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- LAMPIRANL-1. GAMBAR DETAIL
- LAMPIRAN L-2. DATA SONDIR
- LAMPIRAN L-3. LEMBAR KONSULTASI
- LAMPIRAN L-4. NILAI  $T_c$  DARI PROGRAM SAP2000

## DAFTAR NOTASI

$A$	= luas penampang struktur, mm <sup>2</sup> .
$A_{cp}$	= luasan yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm <sup>2</sup> .
$A_0$	= luasan yang dibatasi oleh garis pusat ( <i>centerline</i> ) dinding pipa, mm <sup>2</sup> .
$A_{0h}$	= luasanyang dibatasi garis begel terluar, mm <sup>2</sup> .
$A_s$	= luas tulangan longitudinal tarik (pada balok), mm <sup>2</sup> . = luas tulangan pokok (pada pelat), mm <sup>2</sup> .
$A'_s$	= luas tulangan longitudinal tekan (pada balok), mm <sup>2</sup> .
$A_{sb}$	= luas tulangan bagi (pada pelat), mm <sup>2</sup> .
$A_{st}$	= $A_s + A'_s$ = luas total tulangan longitudinal (pada balok), mm <sup>2</sup> .
$A_{s,b}$	= luas tulangan tarik pada kondisi seimbang ( <i>balance</i> ), mm <sup>2</sup> .
$A_{s,maks}$	= batas maksimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm <sup>2</sup> .
$A_{s,min}$	= batas minimal luas tulangan tarik pada beton bertulang, mm <sup>2</sup> .
$A_{s,u}$	= luas tulangan yang diperlukan, mm <sup>2</sup> .
$A_v$	= luas tulangan geser/begel per meter panjang struktur, mm <sup>2</sup> .
$A_{v,t}$	= luas tulangan geser/begel terpasang per meter panjang struktur, mm <sup>2</sup> .
$A_{vt}$	= luas tulangan geser torsi, mm <sup>2</sup> .
$A_{v,u}$	= luas tulangan geser/begel yang diperlukan, mm <sup>2</sup> .
$a$	= tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen, mm.
$a_{maks,leleh}$	= nilai $a$ maksimum agar semua tulangan tarik sudah leleh, mm.
$a_{min,leleh}$	= nilai $a$ minimum agar tulangan tekan sudah leleh, mm.
$B$	= lebar pada fondasi telapak setempat atau lebar <i>sloof</i> pada fondasi telapak menerus, m.
$b$	= lebar penampang struktur, mm.
$b_o$	= keliling dari penampang kritis pada fondasi, mm.
$C_u$	= koefisien batas atas untuk periode yang dihitung yang besarnya bergantung pada $S_{D1}$ .
$C_c$	= gaya tekan beton, N.
$C_i$	= koefisien momen pelat pada arah sumbu-i.
$C_{lx}$	= koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).
$C_{ly}$	= koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
$C_{tx}$	= koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek).

$C_{ty}$	= koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang).
$c$	= jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan, mm.
$c_b$	= jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan pada kondisi penampang seimbang ( <i>balance</i> ), mm.
$D$	= beban mati ( <i>dead load</i> ), N, N/mm, atau Nmm. = lambang batang tulangan <i>deform</i> (tulangan ulir).
$d$	= jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tekan, mm.
$d_b$	= diameter batang tulangan, mm.
$d_d$	= jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
$d'_d$	= jarak antara pusat berat tulangan tekan pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
$d_s$	= jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tarik, mm.
$d_{s1}$	= jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan tepi serat beton tarik, mm.
$d_{s2}$	= jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan baris kedua, mm.
$d'_s$	= jarak antara pusat berat tulangan tekan dan tepi serat beton tekan, mm.
$E$	= beban yang diakibatkan oleh gempa ( <i>earthquake load</i> ), N atau Nmm.
$E_c$	= modulus elastisitas beton, MPa.
$E_s$	= modulus elastisitas baja tulangan, MPa.
$F_a$	= koefisien situs untuk parameter respons spektral $S_s$ .
$F_i$	= beban gempa nominal statik ekuivalen pada lantai ke-i, kN.
$F_v$	= koefisien situs untuk parameter respons spektral $S_1$ .
$f$	= $A_{s,u}/A_{s,terpasang}$ faktor kuat lebih pada hitungan panjang penyaluran tulangan.
$f'_c$	= kuat tekan beton dan mutu beton yang disyaratkan pada beton umur 28 hari, MPa.
$f_y$	= kuat leleh baja tulangan longitudinal, MPa.
$f_{yt}$	= kuat leleh baja tulangan transversal (begel), MPa.
$H$	= tinggi total gedung diukur dari taraf penjepitan lateral, m.
$h$	= tinggi penampang struktur, mm.
$h_f$	= ukuran tinggi/tebal penampang fondasi, mm.
$h_i$	= ketinggian lantai ke-i dari taraf penjepitan lateral, m.
$I$	= momen inersia, mm <sup>4</sup> .

$K$	= faktor momen pikul, MPa.
$K_{maks}$	= faktor momen pikul maksimal, MPa.
$L$	= beban hidup ( <i>life load</i> ), N, N/mm, atau Nmm.
$l_d$	= panjang penyaluran tulangan tarik, mm.
$l_{dc}$	= panjang penyaluran tulangan tekan, mm.
$l_{dh}$	= panjang penyaluran tulangan kait standar, mm.
$l_k$	= panjang bruto kolom diukur dari as ke as, mm.
$l_t$	= panjang tersedia (untuk penyaluran tulangan), mm.
$l_u$	= tinggi bersih kolom, mm.
$M$	= momen lentur, kNm.
$M_d$	= momen desain yang diperhitungkan sebesar $\phi.M_n$ , kNm.
$M_n$	= momen nominal penampang struktur, kNm.
$M_{lx}$	= momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), Nmm.
$M_{ly}$	= momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), Nmm.
$M_{tx}$	= momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), Nmm.
$M_{ty}$	= momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), Nmm.
$M_{u,x}$	= momen terfaktor yang bekerja searah sumbu X, kNm.
$M_{u,y}$	= momen terfaktor yang bekerja searah sumbu Y, kNm.
$m$	= jumlah tulangan maksimal per baris selebar balok.
$n$	= jumlah total batang tulangan pada hitungan balok. = jumlah kaki begel pada hitungan begel.
$P_{cp}$	= keliling yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
$P_h$	= keliling yang dibatasi garis begel terluar, mm.
$Q$	= sumbu vertikal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan.
$q_D$	= beban mati terbagi rata, N/mm.
$q_L$	= beban hidup terbagi rata, N/mm.
$q_u$	= beban terfaktor terbagi rata, N/mm.
$R$	= koefisien modifikasi respons dalam analisis beban gempa. = sumbu horisontal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan.
$r$	= jari-jari inersia, mm.
$S_{DS}$	= parameter respons percepatan periode pendek
$S_{D1}$	= parameter respons percepatan periode 1 detik



$S$	= jarak 1 meter atau 1000 mm.
$s$	= spasi begel balok atau spasi tulangan pelat, mm.
$T_c$	= periode fundamental gedung, detik.
$T_n$	= momen puntir (torsi) nominal, Nmm.
$T_u$	= momen puntir (torsi) perlu atau torsi terfaktor, Nmm.
$U$	= kuat perlu atau beban terfaktor, N, N/mm, atau Nmm.
$V_c$	= gaya geser yang dapat ditahan oleh beton, N.
$V_n$	= gaya geser nominal pada struktur beton bertulang, N.
$V_s$	= gaya geser yang dapat ditahan oleh tulangan sengkang/begel, N.
$V_u$	= gaya geser perlu atau gaya geser terfaktor, N.
$V_{ud}$	= gaya geser terfaktor pada jarak $d$ dari muka tumpuan, N.
$\alpha$	= faktor lokasi penulangan.
$\beta$	= faktor pelapis tulangan.
$\beta_1$	= faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen yang nilainya bergantung mutu beton.
$\gamma$	= faktor ukuran batang tulangan.
$\gamma_c$	= berat beton, kN/m <sup>3</sup> .
$\gamma_t$	= berat tanah diatas fondasi, kN/m <sup>3</sup> .
$\lambda$	= faktor beton agregat ringan.
	= panjang bentang, m.
$\lambda_n$	= bentang bersih kolom atau balok, m.
$\emptyset$	= lambang dimensi batang tulangan polos, mm.
	= faktor reduksi kekuatan.
$\rho$	= rasio tulangan sebesar $A_{st}/A_g$ untuk kolom, atau $A_s/(b.d)$ untuk balok dan pelat, %.
$\rho_{maks}$	= rasio tulangan maksimum sesuai persyaratan penampang struktur, %.
$\phi$	= faktor reduksi kekuatan.
$\psi$	= derajat hambatan pada ujung kolom yang terjepi.
$\psi_A$	= derajat hambatan pada ujung atas kolom.
$\psi_B$	= derajat hambatan pada ujung bawah kolom.

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN 4 LANTAI DENGAN  
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN BIASA (SRPMB)  
DI WILAYAH WONOGIRI**

**Abstrak**

Kabupaten Wonogiri merupakan wilayah yang berkembang dengan pembenahan infrastruktur, bisnis dan pariwisata secara keseluruhan untuk menyongsong tuntutan pembangunan yang ada di Indonesia sehingga membuat kebutuhan hunian meningkat. Pembangunan rumah susun adalah salah satu solusi dengan pemanfaatan lahan yang tidak terlalu besar, dan menjadi pusat hunian masyarakat dengan desain modern yang dapat menarik minat para konsumen. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk merencanakan struktur gedung rumah susun 4 lantai dengan sistem rangka pemikul momen biasa (SRPMB) di wilayah Wonogiri. Perencanaan rumah susun ini mengacu pada peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan pemerintah, yaitu SNI 1726-2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung) dan SNI 2847-2013 (Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung). Perencanaan rumah susun ini mencakup struktur atap rangka baja, balok, kolom, pelat atap, pelat lantai, fondasi dan *sloof*. Lokasi rumah susun berada di Wonogiri dengan klasifikasi situs tanah termasuk kategori SC (tanah keras), gedung tahan gempa dengan faktor modifikasi respons ( $R$ ) sebesar 3, faktor keutamaan bangunan  $I_e$  dengan nilai 1,0. Mutu beton yang dipakai  $f'_c$  20 MPa, serta tulangan longitudinal  $f_y = 350$  MPa dan tulangan geser (begel)  $f_{yt} = 300$  MPa. Dalam perencanaan ini menggunakan bantuan program SAP2000 untuk perhitungan analisis struktur dan program AutoCad untuk penggambaran detail-detail struktur gedung. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa untuk atap rangka baja menggunakan BJ37, pelat atap dengan tebal 10 cm dan pelat lantai dengan tebal 12 cm, balok utama berdimensi 400/600 mm dan balok anak berdimensi 250/400 mm. Untuk kolom dengan dimensi 450/600 mm. Untuk struktur bawah menggunakan fondasi telapak menerus berkedalaman -1,60 m dengan daya dukung tanah sebesar  $\bar{\sigma}_t = 150$  kPa.

**Kata Kunci:** perencanaan, sistem rangka pemikul momen biasa, struktur gedung, SAP 2000.